



## **Forureningsundersøgelser i kalkmagasiner: metoder til karakterisering af forureningsfordeling**

**Fjordbøge, Annika Sidelmann; Broholm, Mette Martina; Mosthaf, Klaus; Janniche, Gry Sander; Binning, Philip John; Bjerg, Poul Løgstrup; Skov, Bent Henning; Kerrn-Jespersen, Henriette**

*Published in:*  
ATV - Jord og Grundvand 2016

*Publication date:*  
2016

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Fjordbøge, A. S., Broholm, M. M., Mosthaf, K., Janniche, G. S., Binning, P. J., Bjerg, P. L., Skov, B. H., & Kerrn-Jespersen, H. (2016). Forureningsundersøgelser i kalkmagasiner: metoder til karakterisering af forureningsfordeling. In *ATV - Jord og Grundvand 2016: Abstractsamling* (pp. 15-16). ATV Jord og Grundvand.

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## **FORURENINGSUNDERSØGELSER I KALKMAGASINER: METODER TIL KARAKTERISERING AF FORURENINGSFORDELING**

Forsker Annika S. Fjordbøge<sup>1</sup>, Lektor Mette M. Broholm<sup>1\*</sup>, Post Doc. Klaus Mosthaf<sup>1</sup>,  
PhD Civilingeniør Gry S. Janniche<sup>1,2</sup>, Professor Philip J. Binning<sup>1</sup>, Professor Poul L. Bjerg<sup>1</sup>,  
Miljøtekniker Bent H. Skov<sup>1</sup>, Civilingeniør Henriette Kernn-Jespersen<sup>3</sup>,  
<sup>1</sup>DTU Miljø, <sup>2</sup>NIRAS, <sup>3</sup>Region Hovedstaden  
\*foredragsholder, mibr@env.dtu.dk

Karakterisering af forurening med chlorerede opløsningsmidler i sprækkede kalkmagasiner er essentielt for udvikling af konceptuelle modeller, risikovurdering og afværge. Ved undersøgelser i kalk er det vigtigt at indhente dybde diskrete data, så fordelingen af forurening kan beskrives og sammenholdes med flowfordeling (sprækker/matrix), samt at forureningen kan afgrænses vertikalt. Formålet med undersøgelserne har været at vurdere forskellige metoder til karakterisering af forureningsfordelingen i sprækket kalk og at opnå bedre konceptuel forståelse af forureningstransport og -fordeling i kalk.

Udtagelse af intakte kerneprøver til prøvetagning for chlorerede opløsningsmidler med høj diskretisering udfordres af udvaskning og betydelige kernetab specielt fra zoner med blød kalk i kontakt med flintlag eller den typisk meget knuste overgangszonzone mellem de kvartære aflejringer og den intakte kalk. Feltundersøgelser med alternative teknikker til karakterisering er udført på 2 kalklokaliteter forurenede med PCE; Naverland i Alberslund og Akacievej i Fløng. De 2 lokaliteter repræsenterer hver sin skala (kilde hhv. fane) og forureningsniveau (DNAPL hhv. opløst fase). Diskretiseret kvantificering af PCE i udtagne kerneprøver er for Naverland sammenholdt med forskellige FLUTE teknologier og for Akacievej med passiv og aktiv niveauspecifik vandprøvetagning.

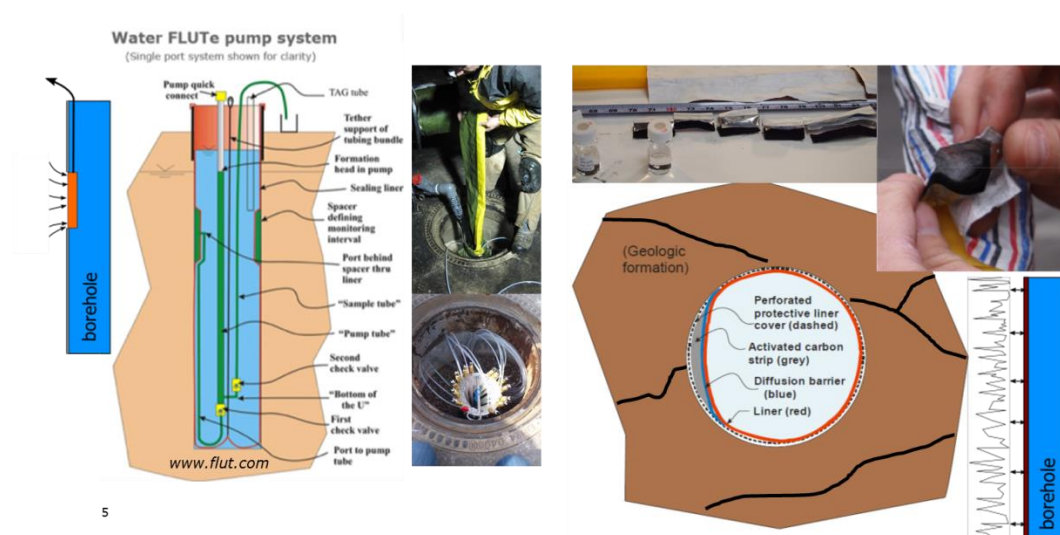
På begge lokaliteter er udtaget intakte kerner med et betydeligt kernetab. På Naverland var kernetabet generelt omkring 10-15 % og associeret med blød kalk i umiddelbar nærhed af et flintlag, mens kernetabet for borerne ved Akacievej i gennemsnit var 20-40 % med størst omfang øverst i kalken.

Vigtig information om forureningsfordeling og potentiel tilstedeværelse af DNAPL blev for Naverland opnået med FACT (FLUTE activated carbon technique) og Water-FLUTE multilevel vandprøvetagning. Et modelværktøj udviklet til omregning af FACT resultater til porevandskoncentrationer i sprækker og matrix for givne hydrauliske parametre gav væsentligt bedre mulighed for tolkning af FACT data.

Niveauspecifik grundvandsprøvetagning med passive snap samplers og lav-flows prøvetagning med blader pumpe gav sammenlignelige resultater. Begge teknikker antager horisontal laminar strømning igennem filteret, og er dermed sårbare overfor vertikal strømning i boringen. Resultaterne var væsentligt forskellige, mht. koncentrationsfordeling over dybden og især koncentrationsniveau, fra separationspumpe med heat pulse teknik, hvor der aktivt pumpes med et højere flow og dannes et vandskel. Ved etablering af et vandskel undgås vertikal strømning i boringen, mens den højere pumpeydelse kan give anledning til fortynding af lokale koncentrationer, da grundvand trækkes til fra et større område. Det blev observeret, at koncentrationerne ved separationspumpe generelt var lavere end for de andre metoder, især nær forureningskilden hvor koncentrationsgradienten var størst. Diffusionsceller

viste sig uegnede i sprækkede kalkmagasiner formentlig som følge af forstyrrelse af ligevægtsindstilling fra betydelig strømningshastighed.

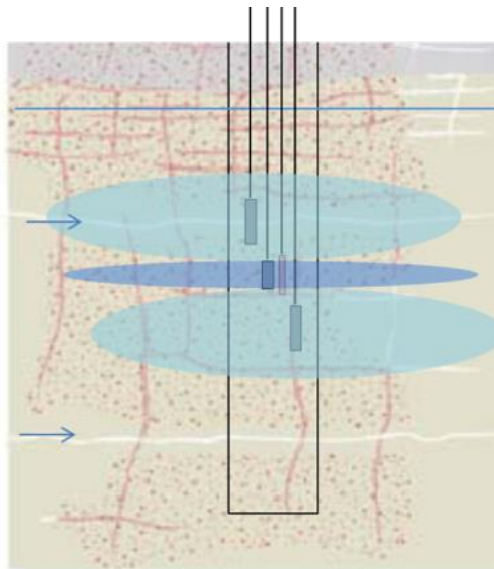
Alt i alt har anvendelsen af niveauspecifik prøvetagning ved de alternative teknikker givet en betydeligt bedre forståelse af forureningstransport og -fordeling i kalkmagasinerne end opnået med delprøvetagning af kalkkerner alene. Dette har bidraget til udvikling af bedre konceptuelle modeller for lokaliteterne af betydning for risikovurdering og afværgetiltag.



Water-FLUTE og FACT



Snap sampler og diffusionscelle



Seperationspumpning med heat pulse